

无锡市中学试用课本

工业基础知识

GONGYE JICHU ZHISHI

(化工部分)

高中第一册

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

进行一次思想和政治路线方面的教育。

认真看书学习，弄通马克思主义。

团结起来，争取更大的胜利。

毛主席语录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学生也是这样，以学为主，兼学别样，即不但学文，也要学工、学农、学军，也要批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

目 录

第一章 物质结构基础知识	(1)
第一节 原子结构.....	(1)
第二节 同位素.....	(4)
第三节 核外电子的排布.....	(7)
第四节 元素周期律.....	(10)
第五节 分子形成 化学键.....	(16)
第六节 电解质的电离.....	(21)
第七节 溶液里的离子反应.....	(26)
第二章 氯碱工业	(31)
第一节 氯碱工业.....	(31)
第二节 氯气.....	(36)
第三节 氧化—还原反应.....	(41)
第三章 氨的合成	(44)
第一节 氨的重要用途.....	(44)
第二节 我国合成氨工业的飞跃发展.....	(45)
第三节 合成氨工业.....	(46)
第四节 氨的合成原理 化学平衡.....	(49)
第五节 合成氨的联合生产.....	(54)
第六节 氨氧化法制硝酸.....	(57)

第一章 物质结构基础知识

第一节 原子结构

人类在探索物质结构的过程中，始终存在着两种宇宙观的斗争。唯物辩证法认为：物质是无限可分的，物质可以分成原子，原子还可以分，而且可以无限地分割下去；形而上学认为：物质不能无限地分割下去，物质存在着最后的、绝对的、不可分的微粒，即“物质的始原”。人类对于物质结构的认识，每当随着实践的发展而深入一步时，总有人中途停顿下来，认为已经达着“物质的始原”。然而自然科学的向前发展，无情地嘲弄着这样的形而上学者们，越来越清楚地揭示自然界固有的辩证法。

一、原子还可以分

原子是否可分呢？十九世纪的资产阶级自然科学家曾断言，原子是绝对不可分的。放射现象的发现，使这一根深蒂固的形而上学观点，受到了致命的打击。

十九世纪末期的科学实验证实：含铀（U）的化合物能放出一种特殊的、看不见的射线，这种射线能透过黑纸而使照相底片感光。进一步研究还发现，镭（Ra）、钍（Th）等元素也能放射出这种射线。

物质自发地放出不可见射线的性质，叫做放射性；具有放射性的物质叫做放射性物质。

进一步研究发现，镭放出的射线并不是单纯的一种。如果把镭放在上方开有细孔的铅制小盒里（图 1—1），因为铅能

阻止射线通过，所以只能有一束射线通过小孔向外界射出。

这束射线受到外界电场的作用，分成三束射线：不受电场影响仍然依直线前进的，与X射线相似，但贯穿能力比X射线更强的，称为 γ 射线；向着带正电的极板偏转的，由带负电荷的微粒（电子）构成的，称为 β 射线；向着带负电的极板偏转的，由带正电的微粒构成的，称为 α 射线。

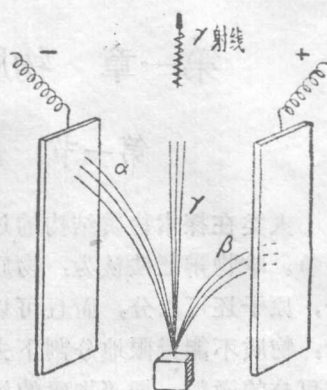


图 1—1 镭的射线在电场里偏转的示意图

经过反复研究知道，尽管进行放射的镭非常纯净，可是镭的周围总有两种元素存在，一种是惰性气体氦（He），另一种是惰性气体氡（Rn）。后来证实，这两种元素都是镭放射后的产物。这种由于放射现象从一种元素的原子变成其他元素的原子的过程称为原子的蜕变。图 1—2 表示镭蜕变为氦和氡两种元素的示意图。在放射过程里，原子蜕变成新的原子。这一事证实明，原子并不是绝对不可分的，它具有复杂的结构。

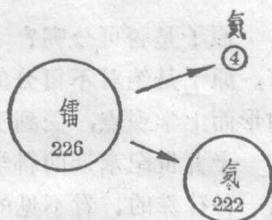


图 1—2 镭的蜕变产物

二、原子的结构

近代科学实验证实：原子是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子构成的。

以氢原子的结构为例：氢原子是由带一个单位正电荷的原子核和一个电子构成的。原子核和电子电性相反，但所带正负电荷总数相等，整个原子不显电性。原子核位于整个原子的中心，只占很小很小的体积，它的半径只有原子半径的十万分之一。电子以极高的速度在核的周围运动。

这样，在原子核和电子之间既存在着使它们相互结合的静电引力，又存在着由于电子高速运动产生的使它们相互分离的排斥力。原子核和电子之间吸引和排斥的斗争，使它们共居于原子之中。图 1—3 是氢原子的结构示意图。

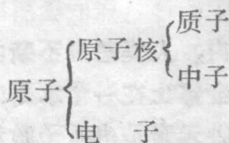


图 1—3
氢原子的结构示意图

电子的质量很小，只等于氢原子质量的 $1/1840$ 。由此可见，原子的质量几乎集中在原子核上。

原子核虽然很小，但是原子核也不是一个简单的微粒，它还可以分，它可以分为更微小的粒子——质子和中子。

质子带一个单位正电荷，质量约等于氢原子的质量，质子数等于这种原子所带核电荷数。中子不带电，质量和质子相近。质子和中子的质量之和，数值上相当于这种元素的原子量。例如，钠的原子量是23，核电荷是+11，可知钠原子核里含有11个质子和12个中子。



核电荷数 = 质子数 = 电子数

原子量 $\approx$ 中子数 + 质子数

列宁早就指出：“电子和原子一样，也是不可穷尽的”。

电子、质子、中子等不是“物质的始原”，它们还可以分，自然科学的进一步发展，必将证实列宁的预言。

综上所述，物质是无限可分的，是不可穷尽的。人类对于自然界的认识也同样是无穷无尽的，必将随着社会实践的发展，不断有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

习 题

1. 原子是带电微粒组成的，为什么整个原子不显电性？为什么说原子的质量主要集中在它的核上？

2. 根据下列元素的原子的核电荷数和原子量，分别指出它们原子核里的质子数、中子数，以及绕核运转的电子数。

元素名称	碳	钠	氩	氧	钾
核电荷数	6	11	18	8	19
原子量	12	23	40	16	39
质子数					
中子数					
电子数					

第二节 同 位 素

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”随着自然科学的发展，人们发现同一种元素是由质子数相同而中子数不同的多种原子组成的。

例如，氢元素有三种不同的原子（图 1—4），它们的原子核里都含有 1 个质子，但所含中子数分别为 0、1、2。为

了表示它们，可以在元素符号的右上角标出原子量，左下角标出核电荷数。 ${}_1\text{H}^1$ ，即普通的氢原子，定名为氕(piē，音

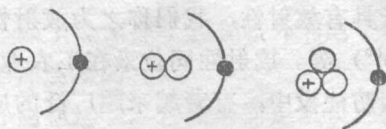


图 1—4 氢元素三种同位素示意图

“撇”)； ${}_1\text{H}^2$ 定名为氘(dao，音“刀”)，俗称“重氢”； ${}_1\text{H}^3$ 定名为氚(chuan，音“川”)，俗称“超重氢”。氕和氚是制造氢弹的重要原料。这三种氢原子具有几乎完全相同的化学性质。

由于原子核里具有相同的质子数和不同的中子数而产生的同一种元素原子的变种，叫做同位素。而元素就是具有相同核电荷数的一类原子的总称。

现在已经知道，几乎所有的元素都有同位素，而且同位素的数目也各不相同。例如铀元素有五种同位素：铀235(${}_{92}\text{U}^{235}$)是制造原子弹的重要原料，它在自然界中的含量很少，绝大多数是铀238(${}_{92}\text{U}^{238}$)，此外还有极少量的铀234(${}_{92}\text{U}^{234}$)、铀233(${}_{92}\text{U}^{233}$)、铀232(${}_{92}\text{U}^{232}$)。

现在已经知道，各元素具有同位素的数目各不相同。在天然存在的某种元素里，各同位素所占的百分比一般是一定不变的。我们通常所说某种元素的原子量，实际上是某种元素所含各同位素的平均原子量。例如元素氯是 ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ 和 ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ 两种同位素的混和物，在天然存在的氯元素里， ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ 约占75%， ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ 约占25%，所以氯的原子量约等于35.5。

同种元素的同位素在化学性质上几乎是相同的。在化学反

应过程里，各种元素的同位素都起相同的反应，所以通常就用一个符号来表示这些同位素的天然混和物。只有在必要的时候，才单独指出某种元素的某一同位素。

某些同位素具有放射性，我们称之为放射性同位素，如碳14、钴60 ($_{27}\text{Co}^{60}$) 等。放射性同位素在工农业生产、医学、科学研究以及国防建设中，有着越来越广泛的应用。

农业上，放射性同位素主要用于辐射育种。水稻、油菜等作物的种子，用 γ 射线照射处理后，农作物就会出现大量的遗传变异，可以从这些变异中选育出优良品种。一般是采用钴60作为放射源。辐射育种在我国开始于1958年，是大跃进的产物。无产阶级文化大革命中，许多县、社、国营农场开展了辐射育种的群众运动，收到良好效果。例如上海育成“沪辐311”等水稻良种。此外， γ 射线还可抑制马铃薯、洋葱的发芽，用于蔬菜的保藏。用 γ 射线照射昆虫（如红铃虫），可以造成雄性不育，可应用于植保方面。

工业上，利用 γ 射线具有很强的贯穿能力这一性质，用于大型金属铸件的探伤。

医学上，放射性同位素用于诊断多种疾病，还用来治疗癌症（钴60或镅作放射源）。

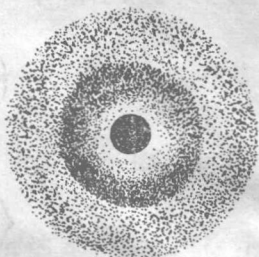
在生物学、医学、化学等方面的科学研究上，常用放射性同位素作为示踪原子。例如，试制新药剂时，一般要求药剂能在体内停留较长的时间并主要分布在需治疗的部位上。但是用一般方法测定是很困难的。采用示踪原子就容易解决，只要药剂里的某种元素用它的放射性同位素代替（如碳元素用碳14代替，磷元素用磷32代替，称为标记），就可以测定药剂在体内各部位的分布，并根据放射性的消失，测出药剂在体内停留的时间。

第三节 核外电子的排布

我们知道，原子是由原子核和核外的电子构成的。那么，电子在核外是怎样运动的呢？

电子在核外高速运动，它没有固定轨道，但有着最常出现的区域。氢原子核外电子的运动状态可示意地用图 1—5 表示。图中黑点密度最大的地方，就是氢原子核外电子最常出现的区域。

原子中的核电荷数愈大，核外电子的数目也就愈多，原子的结构也愈复杂。



科学实验证实，核外高速运动的电子各具有一定的能量，并且按

图 1—5 氢原子核外电子运动状态示意图

其能量大小各有最常出现的区域。一般地说，能量较低的电子在离核较近的空间出现的机会多，能量较高的电子在离核较远的空间出现的机会多。这样，电子就可看作是在能量不同的“电子层”上运动的。这就是说，核外电子可以看作是以“层”排布的。

下面研究核电荷数 1—18 的各元素原子的核外电子排布情况。图 1—6 是氢至氩 18 种元素原子结构示意图。

氢原子核外只有一个电子，这个电子排布在能量最低的第一电子层上。氦原子核外有两个电子，这两个电子都排布在第一电子层上。锂原子核外有三个电子，其中两个电子排布在第一电子层上，第三个电子排布在能量较高的第二电子层上。从锂到铍，从铍到硼，按照核电荷数增加的顺序依次下去，第二

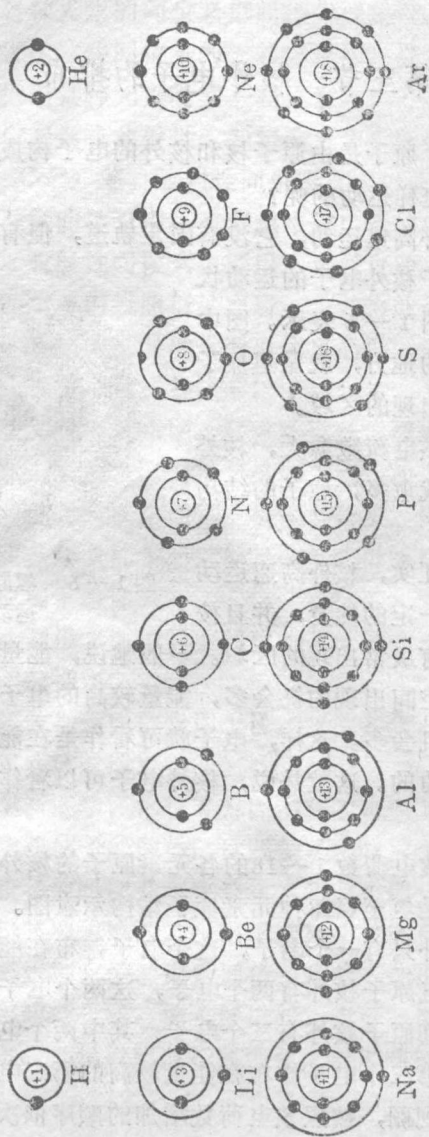


图 1—6 氢至氩18种元素原子结构示意图

电子层上电子数依次增加，一直到第二层满 8 个电子为止。第二层满 8 个电子的原子是惰性元素氖原子。

接在氖后面的元素钠，核外有 11 个电子。钠原子的第一层上有 2 个电子，第二层上有 8 个电子，第 11 个电子则排在能量更高的第三电子层上。元素依核电荷数递增的顺序排布下去。第三电子层上的电子数也是逐个增加，一直到这层上满 8 个为止。第三层上具有 8 个电子的元素又是一种惰性元素，它就是氩原子。

研究各种原子结构，我们知道，核外电子的排布是有规律的。它一般遵循如下规则：

(1) 每一电子层上所能容纳的电子数是一定的。由里向外，第 n 层所能容纳的电子数是 $2n^2$ 个。

(2) 最外电子层($n \geq 2$)最多只能容纳 8 个电子，次外层最多不能超过 18 个电子。

如果电子层上所容纳的电子数达到这个电子层可以容纳的最多电子数，那么这一电子层就叫饱和层；反之，如果没有达到可以容纳的最多电子数，这一电子层则叫做不饱和层，

伟大导师列宁指出：“辩证唯物主义坚决认为：任何关于物质构造及其特性的科学原理都具有近似的、相对的性质”。上面讲的关于原子结构的理论，同样只具有近似的、相对的性质，人类对于原子结构的认识将随着实践的发展，逐步深化，日趋完善。

习 题

1. 画出钠原子、镁原子的结构示意图。
2. 根据下列事实，说出那种元素的名称：
核里有 10 个中子，核外有 9 个电子。

第四节 元素周期律

已经发现的103种元素，构成了我们周围数百万种的单质和化合物。毛主席指出：“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的”。元素也是如此，它们之间存在着内在的联系和规律。

一、元素周期律

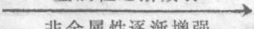
将元素按照核电荷数从小到大进行排列，可以得到一个顺序数，叫做原子序数。原子序数等于原子的核电荷数。下面比较从3到18各元素性质的变化情况。

先比较从锂(Li)到氖(Ne)的性质(见下表)。

原子序数 (核电荷数)	3	4	5	6	7	8	9	10
元素	锂 Li	铍 Be	硼 B	碳 C	氮 N	氧 O	氟 F	氖 Ne
最高氧化物 分子式	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	—	—	—
最高正化合价 或负化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0
金属性与非金属 性的递变	活动 金属	金属性逐渐减弱 $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ 非金属性逐渐增强					活动 非金属	惰性 元素

锂是很活泼的金属，它能与水直接作用而放出氢气。随着原子序数的递增，元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强，到硼已主要表现为非金属性，到氟则表现为很强的非金属性。例如氟在冷暗处也能和氢气剧烈反应而爆炸。氟后面的是惰性元素氖。

再比较从钠(Na)到氩(Ar)这8种元素的性质(见下表)。

原子序数 (核电荷数)	11	12	13	14	15	16	17	18
元素	钠 Na	镁 Mg	铝 Al	硅 Si	磷 P	硫 S	氯 Cl	氩 Ar
最高氧化物 分子式	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇	—
最高正化合价 或负化合价	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0
金属性与非金属 性的递变	活动 金属	金属性逐渐减弱  非金属性逐渐增强					活动 非金属	惰性 元素

在这8种元素里,钠的金属性最强,能与水剧烈反应而放出氢气。镁的金属性次之,铝更弱,到硅已主要表现为非金属性,到氯则表现为很强的非金属性。氯的化学性质与氟很相似。氯后面又是一种惰性元素氩。

从上可知,随着原子序数的递增,元素性质呈周期性的变化。也就是说,每隔一定数目的元素,后面元素基本上重复前面元素的性质。

元素性质呈周期性的变化,并不是简单地重复。以氟、氯、溴、碘为例,它们的化学性质相似,统称为卤素。但是它们的性质随着原子序数的增加而有规律地变化着,非金属性从上到下逐渐减弱(见右表)。

元素	原子序数	单 质				跟 氢 的 化 合 物		
		熔点 ℃	沸点 ℃	物理 状态	颜色	分子式	两种元素反应的条件和反应情况	稳定性
氟	9	-223	-188	气态	淡黄绿色	HF	在冷暗处就能剧烈反应而爆炸	最稳定
氯	17	-101	-34.1	气态	黄绿色	HCl	在光线照射(或点燃)下剧烈化合而爆炸	稳 定
溴	35	-7.3	58.78	液态	棕红色	HBr	加热条件下化合很 缓 慢	不稳定
碘	53	114	184	固态	紫红色	HI	加 热 时 化 合 同 时 分 解	最不稳定

元素的性质随着原子序数的递增而呈周期性的变化，这一规律叫做元素周期律。

元素周期律可以用原子结构理论来解释。我们知道，元素的化学性质决定于原子结构，特别是核外最外层电子数。从图 1—6 中知道，随着原子序数的递增，原子最外层电子数的变化是有规律的。从锂到氩是 1 个增加到 8 个；从钠到氩又是由 1 个增加到 8 个。原子最外层电子数呈周期性的变化，必然地引起元素性质呈周期性的变化。

从元素周期律可以得出结论：元素的性质是由它的核电荷数的数量所决定的。这一事实，无可辩驳地证明，量变引起质变是自然界普遍遵循的客观规律。

元素周期律的发现，是人类认识自然的一项杰出成就。周期律的发现过程有力地驳斥了刘少奇一类骗子鼓吹的天才创造科学等反动的唯心论的先验论。

周期律的发现，与其他科学上的重大发明创造一样，都是有其历史的必然性的。科学的发展，服从于阶级斗争和生产斗争的需要，它以生产力发展的水平和前人科学知识积累程度为

条件，并受社会制度和社会意识形态的制约和影响。人类对元素的认识是逐步深入的。到了十九世纪后半叶，随着采矿、冶金、化学工业的发展，人们对元素的认识逐渐丰富起来，大部分的、主要的元素先后被发现了，有关它们的物理、化学性质的实验材料积累起来了，这就为周期律的发现提供了客观的可能性。在此时期，有些人已着手研究元素之间的内在规律，并提出了各种设想。门捷列夫正是在这样的历史条件下，善于吸收前人和群众实践的经验教训，经过长期艰苦的科学实验，并且不自觉地运用量变到质变的规律，揭露出元素的内部联系，于1869年发现了周期律。

二、元素周期表

将元素按原子序数排列，在元素性质重复出现时，折过来重迭地排列，使性质相似的各元素处于同一纵行内，就构成了元素周期表（见表）。元素周期表是周期律的表现形式。现在我们把周期表作一简单介绍。

1. 周期和列

元素周期表在横的方面分成七个部分，也就是七个周期。除了第一和第七周期外，其余各周期都是由一种最活泼的金属开始，而由一种惰性气体结尾。

在表里各个周期编上了号数，分别称它为第一周期、第二周期等等。周期数就是元素的原子核外的电子层数。每一周期是由具有相同的电子层数的所有元素组成的。各种原子的电子层数和它所在的周期数相同。1～3周期内元素较少，叫做短周期，4～7周期叫做长周期，第七周期尚未排满，又叫做不完全周期。

2. 类和族